

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)

Идентификационный код ВКР: 669

Екатеринбург 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭС
_____ А.О. Прокубовская
«_____» _____ 2017 г.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

Выпускная квалификационная работа бакалавра
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профиля подготовки «Энергетика»
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 669

Исполнитель:
студент группы ЗЭС-403С

Г.В. Кирилов

Руководитель:
докт. тех. наук, профессор,
профессор кафедры АЭС УрФУ

В.П. Обоскалов

Нормоконтролер
ст. преподаватель кафедры ЭС

Т.В. Лискова

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 49 листов, 3 рисунка, 10 таблиц, 20 источников литературы.

Ключевые слова: ПОДСТАНЦИЯ, ТРАНСФОРМАТОР, ЗАЩИТА, ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, ШИНЫ, ЛИНИЯ, ЗАЗЕМЛЕНИЕ, ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

Объектом исследования является ремонтно-механический цех.

Предметом исследования – система электроснабжения ремонтно-механического цеха.

Цель работы – выполнить разработку системы электроснабжения ремонтно-механического цеха.

В работе разработан ряд мероприятий, позволяющих значительно повысить уровень производства работы электроснабжения ремонтно-механического цеха.

Выполнено технико-экономическое обоснование проектирования системы электроснабжения и представлены необходимые расчеты .

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА	7
1.1. Характеристика потребителей электроэнергии	7
1.2. Описание однолинейной электросхемы.....	8
2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	11
2.1. Расчет сети электрического освещения	11
2.2. Расчет электрических нагрузок	16
2.3. Компенсация реактивной мощности	19
2.4. Выбор трансформаторной подстанции	22
2.5. Выбор проводов и кабелей к схеме электроснабжения	26
2.6. Расчёт сети заземления	31
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	36
4. НАЗНАЧЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ АЕ 2056.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	50

ВВЕДЕНИЕ

Электрическая энергия находит широкое применение во всех областях народного хозяйства и в быту. Этому способствуют такие ее свойства, как универсальность и простота использования; возможность производства в больших количествах промышленным способом и передачи на значительные расстояния.

В современной технологии и оборудовании промышленных предприятий велика роль электрооборудования, т.е. совокупности электрических машин, аппаратов, приборов и устройств, посредством которых производится преобразование электрической энергии в другие виды энергии и обеспечивается автоматизация технологических процессов.

В проектируемом цехе производится выпуск деталей для турбогенераторов и гидрогенераторов. Промышленностью освоен серийный выпуск турбогенераторов единичной мощности 300 и 500 тыс. кВт, изготавливаются генераторы мощностью 800, 1000 и 1200 тыс. кВт и более с более высоким КПД. Растут протяженность и напряжение передающих высоковольтных сетей. Действуют линии напряжением 1000, 1150 и 1500 кВ.

Монтаж электрооборудования современного предприятия представляет собой сложный комплекс работ. В число этих работ входит монтаж: общезаводских и цеховых трансформаторных и распределительных подстанций; воздушных и кабельных передающих и распределительных сетей большой протяженности и различных напряжений; подъемно-транспортных устройств (лифтов, кранов, электротележек и т.д.); технологического электрооборудования и т. д.

В современных условиях эксплуатация электрооборудования требует глубоких и разносторонних знаний, а задачи создания нового или модернизации существующего электрифицированного технологического агрегата, механизма или устройства решаются совместными усилиями технологов, механиков и электриков. Требования к электрооборудованию вытекают из технологических данных и условий. Электрооборудование нельзя рассматривать в отрыве от технологических

и конструктивных особенностей электрифицируемого объекта, и наоборот. Поэтому для, обслуживающего персонала, недостаточно знать только электрическую часть, необходимо так же знать механику и другие системы в обслуживаемом оборудовании.

В наше время в Российских энергосистемах эксплуатируются более 600 тыс. км воздушных и кабельных линий проходящим по ним напряжением 35 кВ и 2 млн. км напряжением 0,4...20 кВ, более 17 тыс. подстанций напряжением 35 кВ с общей мощностью около 575млн. кВ*А.

Перед энергетикой в ближайшем будущем стоит задача всемирного развития и использования возобновляемых источников энергии: солнечной, геотермальной, ветровой, приливной и др.; развития комбинированного производства электроэнергии и теплоты для централизованного теплоснабжения промышленных городов.

Объектом исследования является ремонтно-механический цех.

Предметом исследования является система электроснабжения ремонтно-механического цеха.

Цель работы – выполнить разработку системы энергоснабжения ремонтно-механического цеха.

Задачи работы:

- рассмотреть электроснабжение ремонтно-механического цеха;
- рассмотреть систему освещения ремонтно-механического цеха;
- рассчитать электрические нагрузки, которые являются основными в проектировании системы электроснабжения;
- провести выбор основной аппаратуры цеха;
- рассчитать заземляющий контур.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Характеристика потребителей электроэнергии

Потребители электроэнергии – это совокупность машин, аппаратов, линий электропередачи и вспомогательных устройств, предназначена для производства, преобразования, передачи и распределение электрической энергии.

Потребителями считается всё, что питается электроэнергией, то есть это предприятия, бытовые потребители, электрифицированный транспорт, освещение городов и посёлков. Также к ним относятся станки, подъёмно-транспортные устройства, компрессоры, вентиляторы, насосы, сварочные установки, трансформаторы и различные печи.

Классифицируют электроприёмники по: напряжению, роду тока, мощности, режиму работы.

По напряжению электроприёмники различают на низковольтные и высоковольтные. Низковольтные – напряжение их составляет до 1000 В, и высоковольтные – напряжением более 1000 В. Всё электрооборудование в цехе относится к потребителям низкого напряжения, так как все установки работают от сети 220/380 Вольт.

По роду тока различают электроприёмники работающие от:

- сети переменного тока нормальной частоты 50 Гц;
- сети переменного тока повышенной или пониженной частоты;
- сети постоянного тока.

В ремонтно-механическом цехе все электроприёмники работают от сети переменного тока нормальной частоты 50 Гц.

По мощности электроприёмники различают: малой мощности – до 10 кВт; средней мощности – до 100 кВт.

По режиму работы электроприемники делят на три группы:

Продолжительный режим - это режим, в котором электрические машины работают длительное время, при этом не перегреваясь. В данном цехе в

продолжительном режиме работают такие установки как станки, камера нагрева, вентиляторы, прессы, ультразвуковые ванны.

Повторно-кратковременный режим – это режим, в котором рабочие периоды работы чередуются с периодами пауз, а длительность всего цикла не превышает десяти минут. В цехе в этом режиме работают различные краны.

Кратковременный режим - это режим, в котором рабочий период не столько длителен, чтобы температуры отдельных частей машины могли достигнуть установившегося значения, период же останова машины настолько длителен, что машина успевает охладиться до температуры окружающей среды. В предложенном цехе нет электроприемников, работающих в кратковременном режиме.

По общности технологического процесса электроприемники можно разделить на производственные механизмы, общепромышленные установки, подъемно-транспортное оборудование, преобразовательные установки, электросварочное оборудование, электронагревательные и электролизные установки. Общепромышленные установки (вентиляторы, компрессоры, насосы) занимают значительное место в системе электроснабжения.

Надёжность электроснабжения заключается в обеспечении предприятия электроэнергией хорошего качества, то есть работы должны проводиться без срыва плана производства и без аварийных перерывов в электроснабжении.

Электроприемники ремонтно-механического цеха относятся ко второй категории потребителей, так как перерыв в их электроснабжении приводит к массовому недоотпуску продукции, простоем рабочих мест и механизмов.

1.2. Описание однолинейной электросхемы

Электроснабжение ремонтно-механического цеха осуществляется по двум линиям с РП 10 кВ ячейки 3 и 14.

Напряжение 10 кВ подводится в шкаф ввода высокого напряжения, который комплектуется выключателями нагрузки QW1 и QW2 с предохранителями FU1 и

FU2. Выключатели нагрузки предназначены для отключения трансформаторов, а защиту от токов короткого замыкания осуществляют предохранители FU1 и FU2.

В цехе установлена комплектная трансформаторная подстанция, трансформаторы TV1 и TV2 выбраны на напряжение, 10 кВ, которое понижают до величины 0,4 кВ.

Напряжение с трансформаторов подается на шкаф ввода низкого напряжения 0,4 кВ, который состоит из вводных автоматических выключателей QF1 и QF2, которые служат для защиты шин распределительного устройства, а также из отходящих автоматических выключателей QF4 и QF5, которые служат для питания электроприемников.

Секционный автоматический выключатель QF3 предназначен для включения и отключения первой и второй секции шин.

Автоматические выключатели QF4 и QF5 защищают конденсаторные установки СВ1 и СВ2 от токов короткого замыкания. КУ предназначены для компенсации реактивной мощности.

От автоматических выключателей QF14, QF11, QF12, QF5 запитываются распределительные пункты РП-1, 2, 3, 4, которые комплектуются вводными автоматическими выключателями QF21, QF19, QF20, QF15 и отходящими автоматическими выключателями:

- с РП-1 – QF129 и QF130 для питания щитов освещения;
- с РП-2 – QF110-QF119 и с РП-3 – QF120-QF128 питание получают электроприёмники;
- с РП-4 – QF22 и QF23 для питания аварийных щитов освещения.

От автоматических выключателей QF8, QF9, QF10 питание подается на шинопроводы распределительные ШС-1, 2, 3, которые комплектуются вводными автоматическими выключателями QF16, QF17, QF18 и отходящими автоматическими выключателями QF24-QF109. с которых запитываются электроприёмники.

Трансформаторы тока ТА1 и ТА2 предназначены для подключения к ним измерительных приборов. Измерительные приборы, применяемые в сетях, это

амперметры РА1 и РА2, вольтметры РV1 и РV2, а также счетчики активной и реактивной мощности РІК1 и РІК2.

От автоматических выключателей QF7 и QF13 питание получают ЩСУ-1 и ЩСУ-2. Щиты станций управления предназначены для управления электрическими двигателями приточно-вытяжных вентиляций.

Для подключения распределительных пунктов, шинопроводов и электроприемников используются кабели марки АВВГ сечением $2,5 \div 150 \text{ мм}^2$ и провода марки ПВЗ сечением $2,5 \div 6 \text{ мм}^2$.

2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Расчет сети электрического освещения

В ремонтно-механическом цехе применяются следующие системы освещения: общее освещение, местное и комбинированное. Применение одного местного освещения не допускается. Освещение делится на рабочее и аварийное. Аварийное освещение применяется для эвакуации людей.

Согласно СНИП 2-4-79 для общего освещения производственных помещений с высотой 4-8 метров применяются светильники с газоразрядными лампами, в административно бытовых помещениях и производственных участках небольшой площади и высоты применяются светильники с лампами накаливания и люминесцентными лампами.

Для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности основным является метод светового потока (коэффициент использования), учитывающий световой поток лампы $\Phi_{л}$, лм, при лампах накаливания или световой поток группы ламп светильника при люминесцентных лампах.

Расчет ведется в следующем порядке:

Определяется требуемая нормами освещенность E , лк, для каждого помещения.

Определяется высота подвеса светильника по формуле:

$$H_{п} = h - (hc + hp), \quad (1)$$

где h – высота помещения, м;

hc – расстояние светильников от перекрытия (свес), м;

hp – высота расчетной поверхности над полом, м.

Высота помещения для участка доводки и других $h=4$ м; для участка механической обработки $h = 6$ м.

Расстояние светильников от перекрытий должно быть в пределах 0,3-1,5 м.

В цехе $hc = 1,5$ или $hc = 0,3$ м.

Для примера расчета берётся участок доводки:

$$H_{II} = 4 - (1,5 + 0,65) = 1,85 \text{ м.}$$

Основное требование при выборе расположения светильников доступность их для обслуживания.

При необходимости получения равномерного освещения отношение расстояния светильника от перекрытия h_c к высоте потолка над рабочей поверхностью H должен быть равным 0,2-0,25.

$$h_c / H_o = 0,2 - 0,25 .$$

Светильники рекомендуется располагать по вершинам квадратов или прямоугольников. Если располагаются светильники в вершинах ромба, то угол в вершинах ромба должен быть близким к 60° .

В линиях с разрывами люминесцентных ламп, расстояние между концами светильников не должно быть больше половины его высоты подвеса над рабочей поверхностью. Ряды светильников располагают параллельно стенам, на которых есть окна.

Определяется тип и количество светильников, n :

Так как светильник подвесной то выбираем ЛВП04, кривая силы света

$$Д-2; n = 12.$$

Определяется индекс помещения по формуле:

$$i_n = S / H_{II} (a + b), \tag{2}$$

где S – площадь помещения, m^2 ;

H_{II} - расстояние от светильника до рабочей поверхности, м;

a и b - длина и ширина помещения, м;

$$i_n = 57 / 1,85 \cdot (9,5 + 6) = 1,99 .$$

Определяются приближительные значения коэффициента, отражения стен q_c ; потолка q_n ; рабочей поверхности q_p :

$$q_n = 0,7; q_c = 0,5; q_p = 0,3.$$

В зависимости от кривой силы светильника, индекса помещения i_n и коэффициентов отражения стен, потолка и рабочей поверхности определяется коэффициент использования U , %:

$$U = 0,84.$$

Определяется коэффициент запаса:

$$K_3 = 1,5.$$

Определяется коэффициент минимальной освещённости, Z :

$$Z = 1,1.$$

Определяется необходимый поток каждого светильника Φ_p , лм, по формуле:

$$\Phi_p = EK_3SZ / nU, \quad (3)$$

где E – требуемая нормами освещённость, лк;

$$E = 500 \text{ лк};$$

$$\Phi_p = (500 \cdot 1,5 \cdot 57 \cdot 1,1) / (12 \cdot 0,84) = 4665,2 \text{ лм}.$$

Выбирается мощность лампы так, чтобы световой поток выбранной лампы был равен расчетному или незначительно отличался ($\pm 10\%$) от него.

Светильник ЛВП04 - 4×80 ($P = 80$ Вт).

Для примера расчета берётся участок механической обработки:

$$H_{II} = 6 - (0,3 + 0,8) = 4,9 \text{ м}.$$

Определяется тип и количество светильников, n .

Светильник РСП 05, кривая силы света Г-2; $n = 24$.

Определяется индекс помещения по формуле:

$$i_n = 420 / 4,9 \cdot (42 + 10) = 1,65.$$

Определяются приблизительные значения коэффициента, отражения стен q_c ; потолка q_n ; рабочей поверхности q_p :

$$q_n = 0,5; q_c = 0,5; q_p = 0,3.$$

В зависимости от кривой силы светильника, индекса помещения i_n и коэффициентов отражения стен, потолка и рабочей поверхности определяется коэффициент использования U , %:

$$U = 0,91.$$

Определяется коэффициент запаса:

$$K_3 = 1,5.$$

Определяется коэффициент минимальной освещённости, Z :

$$Z = 1,15.$$

Определяется необходимый поток каждого светильника Φ_p , лм, по формуле: $E=400$ лк.

$$\Phi_p = (400 \cdot 1,5 \cdot 420 \cdot 1,15) / (24 \cdot 0,91) = 13269,2 \text{ лм.}$$

Выбирается мощность лампы так, чтобы световой поток выбранной лампы был равен расчетному или незначительно отличался ($\pm 10\%$) от него:

Выбран светильник РСП-05-400 (P=400 Вт).

Данные расчета освещения для участка доводки и участка механической обработки приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Данные расчета освещения для участка доводки и участка механической обработки

№ п/п	Наименование помещения	а, м	б, м	h, м	S, м ²	E, лк	Тип светильника	к.с.с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Участок доводки	9,5	6	4	57	500	ЛВП04 4×80	Д-2
2	Участок обработки	42	10	6	420	400	РСП 05 1×400	Г-2
i_n	$q_n q_c q_p$	U %	K_3	Z	n, ламп	Φ_p лм	Φ_n лм	P, Вт
10	11	12	13	14	15	16	17	18
1,99	0,7 0,5 0,3	0,84	1,5	1,1	12	4665,2	4720	3840
1,65	0,5 0,5 0,3	1	1,5	1,15	24	13269	14400	9600

Рассчитываем количество светильников (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты расчета светильников

№	Наименование помещения	S, м ²	E, лк	Тип светильника	п, светильников	P, Вт
1	Участок шлифовальных станков	114	400	ЛВО03-4×65	20	5200
2	Служба механика	25,9	30	НСП03-60-01	4	240
3	Базовая инструментальная Кладовая 1,2	31,2 34,4	30 30	НСП03-60-01	3 4	180 240
4	Инструментальная раздаточная кладовая	57	200	ЛВП04-4×80	4	1280
5	КПП	57	500	ЛВП04-4×80	12	3840
6	Отделение слесарей лекальщиков	57	500	ЛВП04-4×80	12	3840
7	Измерительная лаборатория	57	500	ЛВП04-4×80	12	3840
8	Участок доводки	57	500	ЛВП04-4×80	12	3840
9	Участок приточки	57	500	ЛВП04-4×80	12	3840
10	Участок мех.обработки корпусных деталей	111,7	400	ЛВО03-4×65	20	5200
11	Участок виброиспытаний	57	500	ЛВП04-4×80	12	3840
12	УЗО	29,6	400	ЛВП04-4×80	6	1920
13	Участок ЭХО	12,9	200	ЛВО03-2×65	2	260
14	Участок магнитного контроля	16,8	200	ЛВО03-4×40	3	480
15	Участок механической обработки	420	400	РСП 05	24	9600
16	Заточное отделение	12	500	ЛВО03-4×40	8	1280
17	КТП	84	200	ЛВО03-2×65	12	1560
18	Кладовая заготовок 1,2	36 36	30 30	НСП03-60-01	4 4	240 240
19	Комната механика	17,2	20	НСП03-60-01	2	120
20	Коридор №1	170,5	100	ЛВО31-2×80-001	8	1280
21	Коридор №2	62,1	100	ЛВО03-2×65	4	520
22	Коридор №3	10,8	100	ЛПО01-2×20	2	80
23	Тамбур №1	12,9	30	ЛПО01-2×20	1	40
24	Тамбур №2	4,7	30	ЛПО01-2×20	1	40
25	Тамбур №3	6,7	30	НСП03-60-01	1	60
26	Табельная	10,8	200	ЛВП04-4×80	1	320
27	Мужской гардероб	81,9	150	ЛВО31-2×80-001	5	800
28	Женский гардероб	89,3	150	ЛВО31-2×80-001	5	800
29	Хранение абразивных кругов	6,2	30	ЛВП04-4×80	1	320
30	Изолятор брака	5,5	20	НСП03-60-01	1	60
31	МСУ	9,75	20	НСП03-60-01	4	240
32	ЖСУ	6,6	20	НСП03-60-01	2	120

Окончание таблицы 2

№	Наименование помещения	S, м ²	E, лк	Тип светильника	п, светильников	P, Вт
33	Лестничная клетка №1	23,5	20	НБОУ7-60	2	120
	№2	13	20		2	120
34	Комната отдыха	57,6	150	ЛВО31-2×80-001	3	480
35	ЛЖГ	15	20	НСП03-60-01	3	180
36	Душ 1	15,6	20	НСП03-60-01	3	180
37	Душ 2	12	20	НСП03-60-01	2	120
38	Кладовая 3	7,8	20	НСП03-60-01	1	60
39	Тамбур 4	57,4	30	ЛВО03-4×40	2	320
40	Тамбур 5	54,5	30	ЛВО03-4×40	2	320
41	Аварийное освещение на участке мех. обработки	420	400	НСП05-500	6	3000
42	Аварийное освещение в коридоре №1	170,5	100	ЛВО31-2'80-001	4	640
43	Итого: по производственному участку					47700
44	Итого: по бытовым участкам					13600

В результате проделанных расчетов можно определить мощность, затрачиваемую на освещение данного цеха, по формуле:

$$\sum P_{\text{осв}} = P_{\text{осв.пр}} + P_{\text{осв.быт}} ;$$

$$\sum P_{\text{осв}} = 47700 + 13600 = 61300 \text{Вт.}$$

2.2. Расчет электрических нагрузок

Расчет электрической нагрузки является основным в проектировании систем электроснабжения. Все аппараты, сечения токоведущих частей определяются в зависимости от величины нагрузки. При расчете силовых нагрузок важное значение имеет правильное определение величины электрической нагрузки во всех элементах силовой сети. Завышение нагрузки может привести к перерасходу материала, удорожанию строительства; занижение нагрузки – к уменьшению пропускной способности электрической сети и невозможности обеспечения нормальной работы силовых электроприемников.

Существуют различные методы расчета электрических нагрузок. Наиболее часто применяется расчет методом упорядоченных диаграмм, по которому и производится расчет в данном проекте.

Группируются электроприемники по коэффициенту использования k_u , т.е. электроприемники имеющие одинаковый технологический процесс, но не одинаковую мощность, подключенные к ШС №1.

К ШС №1 подключены двадцать семь станков, объединённых в группу.

Определяется коэффициент использования k_u и $\cos\varphi$ для станков малой мощности $k_u = 0,16$; $\cos\varphi = 0,5$.

Определяется из $\cos\varphi$ $\operatorname{tg}\varphi$:

$$\cos\varphi = 0,5 \Rightarrow \operatorname{tg}\varphi = 1,73.$$

Определяется общая рабочая мощность $\sum P_{ном}$:

$$\sum P_{ном} = 3,24 + 3,24 + 3,24 + 3,24 + 3,24 + 3,24 + 3,24 + 3,24 + 3,24 + 3,24 + 5,3 + 3,24 + 3,24 + 2,35 + 1,75 + 3 + 1,75 = 49,8 \text{ кВт.}$$

Определяется сменная активная мощность за наиболее загруженную смену по формуле:

$$P_{см} = K_{и} \sum_1^n P_{ном}, \quad (4)$$

где $K_{и}$ - коэффициент использования;

$\sum_1^n P_{ном}$ - общая рабочая мощность группы токарно-винторезных станков, кВт.

$$P_{см} = 0,16 \cdot 49,8 = 8 \text{ кВт.}$$

Аналогично рассчитывается для группы фрезерных станков, токарных станков с ЧПУ, универсально-заточных и результаты сводятся в таблицу, которая наглядно показывает нагрузку, затраченную в наиболее загруженную смену.

Определяется суммарная, номинальная, активная мощность электроприемников подключенных к ШС №1:

$$\sum P_{ном} = 49,8 + 18 + 3,24 + 0,55 + 44 + 5 + 1,3 + 5,42 + 2,2 = 129,51 \text{ кВт.}$$

Определяется суммарная сменная активная и реактивная мощность электроприемников, подключенных к ШС №1:

$$\sum P_{см} = 8 + 2,88 + 0,5 + 0,3 + 7,04 + 0,8 + 0,2 + 2,71 + 1,1 = 23,53 \text{ кВт};$$

$$\sum Q_{см} = 13,8 + 5 + 0,86 + 0,5 + 12,2 + 1,4 + 0,34 + 4,7 + 1,9 = 40,7 \text{ кВт}.$$

Определяется средний коэффициент использования электроприемников, подключенных к ШС №1 по формуле:

$$K_{и.с.} = \frac{\sum P_{см}}{\sum P_{ном}},$$

$$K_{и.с.} = \frac{23,53}{129,51} = 0,182.$$

Определяется показатель силовой сборки по формуле:

$$m = \frac{P_{номмакс}}{P_{номмин}},$$

где $P_{номмакс}$ - номинальная мощность наибольшего электроприемника, кВт;

$P_{номмин}$ - номинальная мощность наименьшего электроприемника, кВт.

$$m = \frac{22}{0,55} = 40.$$

Определяется эффективное число электроприемников по формуле:

$$n_э = \frac{2 \sum P_{ном}}{P_{номмакс}},$$

$$n_э = \frac{2 \cdot 129,51}{22} = 11,7.$$

Определяется коэффициент максимума $K_{макс} = f(n_э, K_{и.с.}) = 1,75$.

Определяется активная максимальная мощность по формуле:

$$P_{макс} = K_{макс} \sum P_{см},$$

где $K_{макс}$ - коэффициент максимума;

$\sum P_{см}$ - суммарная сменная активная мощность, кВт.

$$P_{макс} = 1,75 \cdot 23,53 = 41,2 \text{ кВт}.$$

Реактивная максимальная мощность при $n_э > 10$ определяется по формуле:

$$Q_{макс} = \operatorname{tg} \varphi \cdot \sum P_{макс},$$

где $\sum Q_{см}$ - суммарная сменная реактивная мощность, кВАр.

$$Q_{макс} = 1,73 \cdot 41,2 = 71,3 \text{кВАр.}$$

Определяется полная максимальная мощность по формуле:

$$S_{макс} = \sqrt{P_{макс}^2 + Q_{макс}^2},$$

где $P_{макс}$ - активная максимальная мощность электроприемников, подключенных к ШС №1, кВт;

$Q_{макс}$ - реактивная максимальная мощность электроприемников, подключенных к ШС №1, кВАр.

$$S_{макс} = \sqrt{41,2^2 + 71,3^2} = 82,35 \text{кВА.}$$

Определяется максимальный ток нагрузки распределительного шинпровода ШС №1 по формуле:

$$I_{макс} = \frac{S_{макс}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}},$$

где $S_{макс}$ - полная максимальная мощность электроприемников, подключенных к ШС №1, кВА;

$U_{ном}$ - номинальное напряжение электроприемников, кВ.

$$I_{макс} = \frac{82,35}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 125,1 \text{А.}$$

2.3. Компенсация реактивной мощности

Компенсация реактивной мощности и повышение коэффициента мощности, имеет большое значение и является частью общей проблемы повышения КПД работы систем электроснабжения и улучшения качества отпускаемой потребителю электрической энергии.

Потребителями реактивной мощности являются асинхронные двигатели, на которые приходится основная мощность предприятия (65–70%), трансформаторы потребляют 20–25% , воздушные электрические сети и другие электроприёмники потребляют около 10% реактивной мощности.

При увеличении потребляемой реактивной мощности электроустановка вызывает рост тока в проводниках и снижение коэффициента мощности электроустановки и из-за этого нам приходится выбирать провод большего сечения, а это ведёт к большим затратам. Для того чтобы уменьшить ток нужно чтобы реактивная мощность была больше и это дает нам экономию в затратах на материал. А повышение коэффициента мощности зависит от снижения реактивной потребляемой мощности. Повысить коэффициент мощности можно с помощью компенсирующего устройства, которые снижают реактивную мощность.

Компенсации реактивной мощности и количества компенсирующих устройств определяется основным методом расчета и рассчитывается по расчётным данным предприятия.

В таблице 3 приведены расчётные данные механосборочного цеха.

Таблица 3-Расчетные данные цеха.

$P_{\text{макс}}$, кВт	$Q_{\text{макс}}$, кВАр	$S_{\text{макс}}$, кВА
322,7	356,75	481

Поднять косинус до величины не ниже 0,92.

Определяется значение коэффициента мощности до компенсации:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}};$$

где P – активная мощность, кВт;

S – полная мощность, кВА;

$P_{\text{осв}}$ - мощность освещения, кВт;

Q – реактивная мощность, кВАр.

$$\cos \varphi = \frac{322,7}{\sqrt{322,7^2 + 356,75^2}} = 0,67.$$

Определяется коэффициент заполнения по активной нагрузке за рабочую смену:

$$k_{з.а.} = \frac{\sum P_i \cdot t_i}{P_{\max} \cdot T},$$

где P_i – активная нагрузка за рабочий день, %;

t_i – продолжительность нагрузки за смену, ч;

P_{\max} – максимальная мощность за рабочий день, %;

T – полное время рабочего дня, ч;

$$k_{з.а.} = \frac{100 \cdot 3 + 95 \cdot 2 + 90 \cdot 2 + 85 \cdot 2 + 80 \cdot 3 + 75 + 70 + 50 \cdot 2 + 35 \cdot 7}{100 \cdot 24} = 0,65.$$

Определяется мощность, которую необходимо скомпенсировать:

$$Q_{\text{ком}} = P_{\text{ср год}} \cdot (tg \varphi_1 - tg \varphi_2), \quad (8)$$

где $P_{\text{ср год}}$ – средняя активная мощность в год, кВт;

φ_1 – значение угла до компенсации;

φ_2 – значение угла после компенсации.

Определяется средняя активная мощность в год:

$$P_{\text{ср год}} = k_{з.а.} \cdot P; \quad (9)$$

$$P_{\text{ср год}} = 0,65 \cdot 322,7 = 209,7 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{ком}} = 209,7 \cdot (1,1 - 0,426) = 141,3 \text{ кВАр}.$$

В таблице 4 приведены типы компенсирующих устройств.

Таблица 4 - Технические данные компенсирующих устройств

Тип компенсирующих устройств	Количество, шт
УК-0,38-110Н	2

Определяется реактивная мощность компенсирующего устройства:

$$Q_{к.у} = Q_{\text{ном}} \cdot n, \text{ кВАр},$$

где $Q_{\text{ном}}$ – номинальная реактивная мощность одного компенсирующего устройства, кВАр.

n – количество компенсирующих устройств.

$$Q_{к.у} = 110 \cdot 2 = 220 \text{ кВАр}.$$

Определяется реактивная мощность после компенсации:

$$Q' = Q_{\text{макс}} - Q_{\text{к. у.}},$$

где Q – реактивная мощность, кВАр;

$Q_{\text{к. у.}}$ – мощность компенсирующих устройств, кВАр.

$$Q' = 356,75 - 220 = 136,75 \text{ кВАр}.$$

Определяется величина добавочной активной мощности:

$$P_{\text{доб}} = Q_{\text{к. у.}} \cdot \text{tg } \delta,$$

где $\text{tg } \delta$ – тангенс угла потерь

$$P_{\text{доб}} = 220 \cdot 0,003 = 0,66 \text{ кВт}.$$

Определяется величина активной мощности после компенсации:

$$P' = P_{\text{макс}} + P_{\text{доб}};$$

$$P' = 322,7 + 0,66 = 323,4 \text{ кВт}.$$

Определяется величина полной мощности после компенсации:

$$S' = \sqrt{P'^2 + Q'^2};$$

$$S' = \sqrt{323,4^2 + 136,75^2} = 351,1 \text{ кВА}.$$

Определяется коэффициент мощности после компенсации:

$$\cos \varphi = \frac{P'}{S'};$$

$$\cos \varphi = \frac{323,4}{351,1} = 0,921.$$

Так как $\cos \varphi$ получился равным заданному, следовательно, расчет произведен верно.

2.4. Выбор трансформаторной подстанции

Подстанция – это электроустановка, состоящая из трансформаторов или других преобразователей энергии, распределительных устройств напряжением до 1000 В и выше, служащая для приема, преобразования, распределения и передачи электроэнергии потребителям.

Основное электрооборудование на подстанции являются трансформаторы и распределительные устройства, содержащие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы, сборные и соединительные шины и другие вспомогательные устройства.

В таблице 5 приведены числа и мощности трансформаторов на подстанции, для которых необходимо знать полную мощность,

Таблица 5-Технические данные для выбора трансформаторов

S_{\max} , кВА	T , время работы трансформаторов в год	c , $\frac{\text{руб}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$	$K_{\text{и.п}}$, $\frac{\text{кВт}}{\text{кВАр}}$	$K_{\text{з.а}}$
351,1	7000	1,3	0,05	0,65

Определяется средняя мощность нагрузки:

$$S_{\text{cp}} = K_{\text{з.а}} \cdot S_{\max}, \text{ кВА},$$

где $K_{\text{з.а}}$ – коэффициент заполнения графика по активной нагрузке.

S_{\max} – полная мощность предприятия, кВА.

$$S_{\text{cp}} = 0,65 \cdot 351,1 = 228,2 \text{ кВА}.$$

Определяется количество трансформаторов на подстанции:

Так как на предприятии есть потребители второй категории, то на подстанции должно быть установлено два трансформатора.

$$n = 2.$$

Определяется намечаемая мощность трансформатора:

$$S_{\text{нам}} = \frac{S_{\text{cp}}}{n}, \text{ кВА},$$

где S_{cp} – средняя мощность нагрузки, кВА;

n – количество трансформаторов;

$$S_{\text{нам}} = \frac{228,2}{2} = 114,1 \text{ кВА}.$$

Выбираются два варианта трансформаторных подстанций:

$$1 \text{ вариант: КТП-10/0,4- } 2 \times 400 \quad K_1 = 285950 \text{ руб.}$$

2 вариант: КТП-10/0,4- 2 × 630 $K_2 = 315020$ руб.

где K_1, K_2 – стоимость трансформаторной подстанции.

Определяется максимальный коэффициент загрузки по каждому варианту:

$$K_{з.маx} = \frac{S_{маx}}{n \cdot S_{тр-ра}}, \quad (15)$$

где $S_{маx}$ – полная мощность предприятия, кВА;

n – количество трансформаторов;

$S_{тр-ра}$ – мощность трансформатора, кВА.

$$K_{з.маx1} = \frac{351,1}{2 \cdot 400} = 0,4;$$

$$K_{з.маx2} = \frac{351,1}{2 \cdot 630} = 0,3.$$

Определяется средний коэффициент загрузки трансформаторов:

$$K_{з.ср} = \frac{S_{ср}}{n \cdot S_{тр-ра}}, \quad (16)$$

где $S_{ср}$ – средняя мощность нагрузки, кВА.

$$K_{з.ср1} = \frac{228,2}{2 \cdot 400} = 0,3;$$

пре $K_{з.ср2} = \frac{228,2}{2 \cdot 630} = 0,2.$

деляется значение эквивалентной охлаждающей температуры:

$$t_{эkv.охл} = 10^{\circ}C.$$

Определяется значение допустимого коэффициента загрузки по каждому варианту:

$$K_{з.ср1} = 0,3 \Rightarrow K_{дон1} = 1,46;$$

$$K_{з.ср2} = 0,2 \Rightarrow K_{дон2} = 1,49.$$

Сравниваются допустимые коэффициенты загрузки с максимальными:

$$K_{з.маx1} = 0,4 < K_{дон1} = 1,46;$$

$$K_{з.маx2} = 0,3 < K_{дон} = 1,49.$$

Т.к. в обоих случаях $K_{доп} > K_{max}$, то в техническом отношении подходят оба варианта.

Определяется аварийная перегрузка трансформатора в случае выхода из строя другого

$$S_{ав} = K_{доп} \cdot S_{тр-ра}, \text{кВА},$$

где $K_{доп}$ – коэффициент допустимой перегрузки;

$$S_{ав1} = 1,46 \cdot 400 = 584 \text{кВА};$$

$$S_{ав2} = 1,48 \cdot 630 = 938,7 \text{кВА}.$$

В таблице 6 выбирается тип трансформаторов, устанавливаемых на подстанции

Таблица 6 - Выбор типа трансформаторов.

Тип трансформатора	$\Delta P_{x.x}$, кВт	$\Delta P_{к.з}$, кВт	i_0 , %	u_k , %
ТМ-400/10	1,08	5,9	3	4,5
ТМ-630/10	1,42	7,6	2	5,5

Определяются потери активной мощности в трансформаторах:

$$\Delta P = (\Delta P_{x.x} + K_{И.П} \cdot S_{тр-ра} \cdot \frac{i_0}{100}) + K_{з.макс}^2 \cdot (\Delta P_{к.з} + K_{И.П} \cdot S_{тр-ра} \cdot \frac{u_k}{100}), \text{кВт [3]}$$

где $\Delta P_{x.x}$ – потери мощности холостого хода, кВт;

$\Delta P_{к.з}$ – потери мощности короткого замыкания, кВт;

i_0 – ток холостого хода;

u_k – напряжение короткого замыкания;

$K_{з.макс}$ – максимальный коэффициент загрузки.

$$\Delta P_1 = (1,08 + 0,05 \cdot 400 \cdot \frac{3}{100}) + 0,6^2 \cdot (5,9 + 0,05 \cdot 400 \cdot \frac{4,5}{100}) = 4,1 \text{кВт};$$

$$\Delta P_2 = (1,42 + 0,05 \cdot 630 \cdot \frac{2}{100}) + 0,4^2 \cdot (7,6 + 0,05 \cdot 630 \cdot \frac{5,5}{100}) = 3,5 \text{кВт}.$$

Определяются годовые потери энергии в трансформаторах:

$$\Delta W = \Delta P \cdot n \cdot T, \text{кВт} \cdot \text{ч},$$

где ΔP – потери активной мощности в трансформаторе, кВт;

n – количество;

T – время работы трансформаторов в год, час.

$$\Delta W_1 = 4,1 \cdot 2 \cdot 7000 = 57400 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$$\Delta W_2 = 3,5 \cdot 2 \cdot 7000 = 49000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определяется стоимость потерь:

$$C = \Delta W \cdot c, \text{руб.}$$

где ΔW – мощность годовых потерь энергии в трансформаторах, кВт·ч

c – стоимость энергии за 1 кВт·ч;

$$C_1 = 57400 \cdot 1,3 = 74620 \text{ руб.};$$

$$C_2 = 49000 \cdot 1,3 = 63700 \text{ руб.}$$

Определяется срок окупаемости:

$$T = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}, \text{ год}$$

где K_1, K_2 – стоимость трансформатора, руб.

C_1, C_2 – стоимость потерь, руб.

$$T = \frac{315020 - 285950}{74620 - 63700} = 2,7 \text{ года.}$$

Таким образом, срок окупаемости получился меньше нормативного ($T_0 = 8,5$ лет), он составляет менее чем три года. Окончательно выбирается КТП-10/0,4-2×400 с трансформатором ТМ–400 кВА.

2.5. Выбор проводов и кабелей к схеме электроснабжения

Провода классифицируются по материалу, из которого они изготовлены, сечению, виду изоляции, механической прочности и так далее. В электротехнике применяют главным образом провода из меди и алюминия, реже из латуни и бронзы.

Кабели подразделяют по материалу, из которого изготовлены их токопроводящие жилы (медь, алюминий), изоляции и материалов из которых она изготовлена, степени герметичности и защищенности кабелей от механических повреждений и так далее.

Определяется расчетный ток для кабеля, питающего ШС-1 по формуле:

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi},$$

где $P_{ном}$ – номинальная активная мощность электроприемников ШС-1, кВт;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение электроприемников ШС-1, кВт;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности ШС-1.

$$I_p = \frac{129,51}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 231,5 \text{ А.}$$

Таким образом, выбирается кабель АВВГнг – кабель с алюминиевыми жилами, с поливинилхлоридной изоляцией и оболочкой, не бронированный.

В таблице 7 выбираются кабели и провода.

Таблица 7- Данные кабелей

Маркировка по проекту	Трасса	P_n , кВт	I_p , А	$I_{доп}$, А	S , мм ²	Марка кабеля	l , м
К109	от КТП - ШС-1	129,51	231,5	235	4 X 150	АВВГн	15,64
К110	от КТП - ШС-2	164,8	294,5	306	2(4 X	АВВГн	6,08
К111	от КТП - ШС-3	128,34	229,4	235	4 X 150	АВВГн	5,7
К112	от КТП - РП-1	57,66	103	110	4 X 50	АВВГн	4,6
К113	от КТП - РП-2	36,7	65,9	75	4 X 25	АВВГн	15,4
К114	от КТП - РП-3	56,6	101,2	110	4 X 50	АВВГн	53,5
К115	от КТП - РП-4	3,64	6,47	19	4 X 2,5	АВВГн	4,6
К116	от КТП - ЩСУ-	82,9	148,3	170	4 X 95	АВВГн	20
К117	от КТП - ЩСУ-	76,7	137	140	4 X 70	АВВГн	25
К118	от КТП - УК-1	Q=110кВА	167	170	4 X 95	АВВГн	10
К119	от КТП - УК-2	Q=110кВА	167	170	4 X 95	АВВГн	8

Таблица 8-Кабельный журнал

Маркировка по проекту	Трасса		Расчетный ток, А	Марка провода (кабеля)	Число и сечение жил	Допустимый ток, А	Длина провода (кабеля), м	Способ прокладки	Длина трубы, м
	2	3							
K1	ШС-1	1-126	32,1	ПВЗ	4 X 4	35	4,2	в трубе	3,2
K2	ШС-1	1-127	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	8,1	в трубе	7,1
K3	ШС-1	1-128	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	13,4	в трубе	12,4
K4	ШС-1	1-129	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	7,4	в трубе	6,4
K5	ШС-1	1-130	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	11,5	в трубе	10,5
K6	ШС-1	1-131	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	5,1	в трубе	4,1
K7	ШС-1	1-132	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	7,8	в трубе	6,8
K8	ШС-1	1-133	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	12	в трубе	11
K9	ШС-1	1-134	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	4,2	в трубе	3,2
K10	ШС-1	1-135	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	7,5	в трубе	6,5
K11	ШС-1	1-136	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	11,7	в трубе	10,7
K12	ШС-1	1-137	1,2	ПВЗ	4 X 2,5	25	7,3	в трубе	6,3
K13	ШС-1	1-138	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	11,1	в трубе	10,1
K14	ШС-1	1-139	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	14,4	в трубе	13,4
K15	ШС-1	1-140	39,3	ПВЗ	4 X 6	42	7,3	в трубе	6,3
K16	ШС-1	1-141	39,3	ПВЗ	4 X 6	42	10,2	в трубе	9,2
K17	ШС-1	1-143	0,97	ПВЗ	4 X 2,5	25	16	в трубе	15
K18	ШС-1	1-144	4,2	ПВЗ	4 X 2,5	25	8,9	в трубе	7,9
K19	ШС-1	1-145	3,05	ПВЗ	4 X 2,5	25	11,2	в трубе	10,2
K20	ШС-1	1-146	5,3	ПВЗ	4 X 2,5	25	7,6	в трубе	6,6
K21	ШС-1	1-147	3,05	ПВЗ	4 X 2,5	25	10,3	в трубе	9,3
K22	ШС-1	1-171	8,9	ПВЗ	4 X 2,5	25	3,6	в трубе	2,6
K23	ШС-1	1-174	2,3	ПВЗ	4 X 2,5	25	10,5	в трубе	9,5
K24	ШС-1	1-175	2,8	ПВЗ	4 X 2,5	25	11,5	в трубе	10,5
K25	ШС-1	1-176	2,9	ПВЗ	4 X 2,5	25	12	в трубе	11
K26	ШС-1	1-177	3,9	ПВЗ	4 X 2,5	25	11,6	в трубе	10,6
K27	ШС-1	1-178	3,9	ПВЗ	4 X 2,5	25	7,6	в трубе	6,6
K28	ШС-2	2-148	25	ПВЗ	4 X 4	35	5,4	в трубе	4,4
K29	ШС-2	2-149	25	ПВЗ	4 X 4	35	10,5	в трубе	9,5
K30	ШС-2	2-150	25	ПВЗ	4 X 4	35	3,5	в трубе	2,5
K31	ШС-2	2-151	25	ПВЗ	4 X 4	35	9,3	в трубе	8,3
K32	ШС-2	2-152	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	5,1	в трубе	4,1
K33	ШС-2	2-153	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	7,8	в трубе	6,8
K34	ШС-2	2-154	4,9	ПВЗ	4 X 2,5	25	11	в трубе	10
K35	ШС-2	2-155	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	14,1	в трубе	13,4
K36	ШС-2	2-156	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	5,8	в трубе	4,8
K37	ШС-2	2-157	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	11,1	в трубе	10,1
K38	ШС-2	2-158	4,2	ПВЗ	4 X 2,5	25	5,9	в трубе	4,9
K39	ШС-2	2-159	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	8,6	в трубе	7,6
K40	ШС-2	2-160	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	12	в трубе	11
K41	ШС-2	2-161	4,2	ПВЗ	4 X 2,5	25	6,2	в трубе	5,2
K42	ШС-2	2-162	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	8,7	в трубе	7,7
K43	ШС-2	2-163	5,7	ПВЗ	4 X 2,5	25	12	в трубе	11

Маркировка по проекту	Трасса		Расчетный ток, А	Марка провода (кабеля)	Число и сечение жил	Допустимый ток, А	Длина провода (кабеля), м	Способ прокладки	Длина трубы, м
K44	ШС-2	2-164	32,1	ПВЗ	4 X4	35	7,7	в трубе	6,7
K45	ШС-2	2-165	2,9	ПВЗ	4 X2,5	25	9,9	в трубе	8,9
K46	ШС-2	2-166	2,9	ПВЗ	4 X2,5	25	13,4	в трубе	12,4
K47	ШС-2	2-167	5,3	ПВЗ	4 X2,5	25	8,3	в трубе	7,3
K48	ШС-2	2-168	5,3	ПВЗ	4 X2,5	25	11,9	в трубе	10,9
K49	ШС-2	2-169	3,9	ПВЗ	4 X2,5	25	15,2	в трубе	14,2
K50	ШС-2	2-171	8,9	ПВЗ	4 X2,5	25	5	в трубе	4
K51	ШС-2	2-110	9,8	ПВЗ	4 X2,5	25	20,1	в трубе	19,1
K52	ШС-2	2-111	9,8	ПВЗ	4 X2,5	25	20,6	в трубе	19,6
K53	ШС-2	2-114	8	ПВЗ	4 X2,5	25	18,1	в трубе	17,1
K54	ШС-2	2-116	8	ПВЗ	4 X2,5	25	12,3	в трубе	11,3
K55	ШС-2	2-118	5,3	ПВЗ	4 X2,5	25	12,7	в трубе	11,7
K56	ШС-2	2-119	2,1	ПВЗ	4 X2,5	25	12,7	в трубе	11,7
K57	ШС-2	2-120	5,3	ПВЗ	4 X2,5	25	13,3	в трубе	12,3
K58	ШС-2	2-121	8	ПВЗ	4 X2,5	25	11,2	в трубе	10,2
K59	ШС-2	2-122	5,3	ПВЗ	4 X2,5	25	9,8	в трубе	8,8
K60	ШС-2	2-123	5,3	ПВЗ	4 X2,5	25	8,8	в трубе	7,8
K61	ШС-3	3-70	8	ПВЗ	4 X2,5	25	5,7	в трубе	4,7
K62	ШС-3	3-71	8	ПВЗ	4 X2,5	25	9,4	в трубе	8,4
K63	ШС-3	3-72	5,7	ПВЗ	4 X2,5	25	13,1	в трубе	12,1
K64	ШС-3	3-73	7,4	ПВЗ	4 X2,5	25	16,9	в трубе	15,9
K65	ШС-3	3-74	5,7	ПВЗ	4 X2,5	25	18,6	в трубе	17,6
K66	ШС-3	3-77	4,8	ПВЗ	4 X2,5	25	12,8	в трубе	11,8
K67	ШС-3	3-78	4,8	ПВЗ	4 X2,5	25	9,5	в трубе	8,5
K68	ШС-3	3-81	17,9	ПВЗ	4 X2,5	25	9,4	в трубе	8,4
K69	ШС-3	3-82	17,9	ПВЗ	4 X2,5	25	11,3	в трубе	10,3
K70	ШС-3	3-83	17,9	ПВЗ	4 X2,5	25	13,6	в трубе	12,6
K71	ШС-3	3-84	12,5	ПВЗ	4 X2,5	25	11,6	в трубе	10,6
K72	ШС-3	3-85	3,9	ПВЗ	4 X2,5	25	15,3	в трубе	14,3
K73	ШС-3	3-87	32,1	ПВЗ	4 X6	42	15,9	в трубе	14,9
K74	ШС-3	3-88	7,1	ПВЗ	4 X2,5	25	14,2	в трубе	13,2
K75	ШС-3	3-90	0,94	ПВЗ	4 X2,5	25	14,1	в трубе	13,1
K76	ШС-3	3-91	4,1	ПВЗ	4 X2,5	25	11,4	в трубе	10,4
K77	ШС-3	3-92	4,1	ПВЗ	4 X2,5	25	9,8	в трубе	8,8
K78	ШС-3	3-94	17,9	ПВЗ	4 X2,5	25	19,7	в трубе	18,7
K79	ШС-3	3-95	17,9	ПВЗ	4 X2,5	25	20,1	в трубе	19,1
K80	ШС-3	3-96	6,2	ПВЗ	4 X2,5	25	16	в трубе	15
K81	ШС-3	3-97	2,7	ПВЗ	4 X2,5	25	14,8	в трубе	13,8
K82	ШС-3	3-99	2,7	ПВЗ	4 X2,5	25	12,6	в трубе	11,6

Маркировка по проекту	Трасса		Расчетный ток, А	Марка провода (кабеля)	Число и сечение жил	Допустимый ток, А	Длина провода (кабеля), м	Способ прокладки	Длина трубы, м
K83	ШС-3	3-101	2,7	ПВЗ	4 X2,5	25	14,4	в трубе	13,4
K84	ШС-3	3-104	5,4	ПВЗ	4 X2,5	25	8,8	в трубе	7,8
K85	ШС-3	3-105	5,4	ПВЗ	4 X2,5	25	9,4	в трубе	8,4
K86	ШС-3	3-86	5,4	ПВЗ	4 X2,5	25	7,7	в трубе	6,7
K87	РП-2	4-35	5,3	ПВЗ	4 X2,5	25	18	в трубе	17
K88	РП-2	4-45	3,9	ПВЗ	4 X2,5	25	15,1	в трубе	14,1
K89	РП-2	4-60	8,9	ПВЗ	4 X2,5	25	5,3	в трубе	4,3
K90	РП-2	4-61	9,8	ПВЗ	4 X2,5	25	7	в трубе	6
K91	РП-2	4-62	9,8	ПВЗ	4 X2,5	25	10,8	в трубе	9,8
K92	РП-2	4-63	8	ПВЗ	4 X2,5	25	12,9	в трубе	11,9
K93	РП-2	4-65	8	ПВЗ	4 X2,5	25	16,4	в трубе	15,4
K94	РП-2	4-66	5,3	ПВЗ	4 X2,5	25	13,7	в трубе	12,7
K95	РП-2	4-67	2,1	ПВЗ	4 X2,5	25	18,3	в трубе	17,3
K96	РП-2	4-68	5,3	ПВЗ	4 X2,5	25	14,5	в трубе	13,5
K97	РП-2	4-68	8	ПВЗ	4 X2,5	25	13,2	в трубе	12,2
K98	РП-2	4-68	5,3	ПВЗ	4 X2,5	25	9,6	в трубе	8,6
K99	РП-2	4-69	5,3	ПВЗ	4 X2,5	25	10,9	в трубе	9,9
K100	РП-3	5-1	22,8	ПВЗ	4 X4	35	7,5	в трубе	6,5
K101	РП-3	5-2	19,3	ПВЗ	4 X4	35	10,9	в трубе	9,9
K102	РП-3	5-3	12,8	ПВЗ	4 X2,5	25	13	в трубе	12
K103	РП-3	5-4	2,1	ПВЗ	4 X2,5	25	13,7	в трубе	12,7
K104	РП-3	5-5	11	ПВЗ	4 X2,5	25	15,5	в трубе	14,5
K105	РП-3	5-6	8	ПВЗ	4 X2,5	25	15,3	в трубе	14,3
K106	РП-3	5-7	15,2	ПВЗ	4 X2,5	25	11,9	в трубе	10,9
K107	РП-3	5-8	5,3	ПВЗ	4 X2,5	25	6,7	в трубе	5,7
K108	РП-3	5-11	0,94	ПВЗ	4 X2,5	25	17,6	в трубе	16,6
K120	РП-1	ЩО-1	56,5	АВВГ	4 X16	60	40,5	в трубе	39,5
K121	РП-1	ЩО-2	46,5	АВВГ	4 X16	60	10	в трубе	9
K122	РП-4	АЩО-1	0,57	АВВГ	4 X2,5	25	39,5	в трубе	38,5
K123	РП-4	АЩО-2	5,9	АВВГ	4 X2,5	25	11	в трубе	10

2.6. Расчёт сети заземления

Расчёт сети заземления определяет тип заземлителя, их количество, место размещения и сечение заземляющих проводников. Расчёт производится для необходимого сопротивления заземляющего устройства в соответствии с требованиями ПУЭ [1].

Грунт, окружающий заземлители, не является однородным. Наличие в нем песка, строительного мусора и грунтовых вод оказывает большое влияние на сопротивление грунта. Поэтому ПУЭ рекомендуют определять удельное сопротивление ρ грунта путём непосредственных измерений в том месте, где будут размещаться заземлители (рисунок 1).

Удельное сопротивление грунта, полученное путём замеров, является важнейшей величиной, определяющей сопротивление заземляющего устройства. Но при этом учитываются все сезонные изменения удельного сопротивления грунта.

Рассчитать заземляющий контур если известно;

- грунт-суглинок;
- вертикальный заземлитель-уголок с размерами $50 \times 50 \times 4$; длиной $l = 3$ м;
- горизонтальный заземлитель-полоса 40×4 ;
- расстояние между вертикальными заземлителями – $a = 4,5$ м;
- заземляющий контур заглубляется в землю на глубину $0,7$ м;

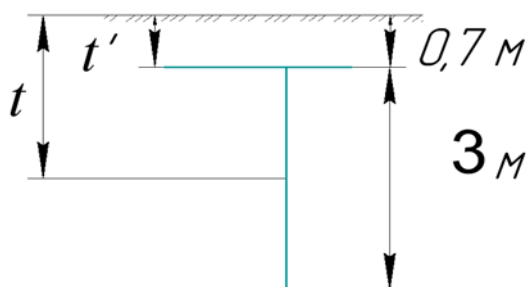


Рисунок 1- Схема расположения заземлителя [1]

Устанавливается необходимое по ПУЭ допустимое сопротивление заземляющего устройства:

$$R_{\text{н}} = 4 \text{ Ом.}$$

Определяется расчётное удельное сопротивление грунта с учётом коэффициентов учитывающих высыхания грунта летом и промерзание зимой:

Выбирается значение коэффициента учитывающего высыхание грунта летом и промерзания зимой:

$$k_{\text{в}} = 1,8,$$

По справочным данным выбирается удельное сопротивления грунта – суглинок $\rho = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

$$\rho = k_{\text{в}} \cdot \rho, \text{ Ом}\cdot\text{м},$$

где ρ - среднее удельное сопротивление грунта, Ом·м;

$$\rho_{\text{с}} = 1,8 \cdot 100 = 180 \text{ Ом}\cdot\text{м}.$$

Определяется сопротивление растеканию одного вертикального электрода:

$$R_{\text{ВО}} = \frac{\rho_{\text{расчв}}}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \text{ Ом},$$

где l - длина вертикального электрода, м;

t - расстояние от поверхности земли до середины электрода, м;

d - диаметр забиваемых электродов, м.

$$R_{\text{ВО}} = \frac{180}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,048} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,2 + 1}{4 \cdot 2,2 - 1} \right) = 47,2 \text{ Ом}.$$

Определяется примерное число вертикальных заземлителей при предварительно принятом коэффициенте использования:

$$n_{\text{уточн}} = \frac{R_{\text{ВО}}}{\eta_{\text{в}} \cdot R_{\text{н}}}, \text{ шт},$$

где $\eta_{\text{в}} = 0,7$, так как $\frac{a}{l} = \frac{4,5}{3} = 1,5$ - коэффициент использования.

$$n_{\text{уточн}} = \frac{47,2}{0,7 \cdot 4} = 16,9 \approx 17 \text{ шт}.$$

Определение сопротивления растеканию горизонтальных электродов:

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho_n}{2\pi \cdot l_{\Gamma}} \left(\ln \frac{2l_{\Gamma}^2}{bt'} \right);$$

Определяется длина соединительной полосы:

$$l_{\Gamma} = 1,05 \cdot n \cdot a, \text{ м},$$

где a - расстояние между забиваемыми электродами, м;

$$l_{\Gamma} = 1,05 \cdot 17 \cdot 4,5 = 80,3 \text{ м}.$$

Определяется удельное сопротивление для горизонтальных электродов:

$$\rho = k_{\Gamma} \cdot \rho, \text{ Ом} \cdot \text{ м};$$

$$\rho_c = 4,5 \cdot 100 = 450 \text{ Ом} \cdot \text{ м}.$$

где b - длина соединительной полосы, м;

$t' = 0,72$ - расстояние от поверхности земли до середины высоты соединительной полосы:

$$R_{\Gamma} = \frac{450}{2 \cdot 3,14 \cdot 80,3} \left(\ln \frac{2 \cdot 80,3^2}{0,04 \cdot 0,72} \right) = 11,6 \text{ Ом}.$$

Уточняется необходимое сопротивление вертикальных электродов с учетом сопротивления горизонтальной полосы:

$$R'_B = \frac{R_{\Gamma} \cdot R_u}{R_{\Gamma} - R_u}, \text{ Ом};$$

$$R'_B = \frac{11,6 \cdot 4}{11,6 - 4} = 6,1 \text{ Ом}.$$

Уточняется число вертикальных электродов с учетом сопротивления коэффициента использования:

$$n = \frac{R_{BO}}{\eta_6 \cdot R'_6}, \text{ шт};$$

$$n = \frac{47,2}{0,7 \cdot 6,1} = 12 \text{ шт}.$$

Определяется сопротивление выбранного заземляющего контура:

$$R_3 = \frac{R_{\Gamma} \cdot R'_B}{R_{\Gamma} + R'_B}, \text{ Ом};$$

$$R_3 = \frac{11,6 \cdot 6,1}{11,6 + 6,1} = 3,99 \text{ Ом}.$$

Так как сопротивление заземляющего устройства соответствует требованиям ПУЭ, следовательно, расчет произведен, верно.

2.7. Устройство молниезащиты

Наиболее опасным проявлением молнии с точки зрения поражения зданий и сооружений является прямой удар. От прямых ударов молнии предусматриваем защиту подстанции двойным стержневым молниеотводом, молниеприемники одинаковой высоты расположены на одном уровне.

Исходные данные для проектирования молниезащиты:

Тип зоны защиты подстанции – Б;

Наибольшая высота электрооборудования РПП - $h_x = 8$ м;

Расстояние между порталными опорами - $L = 40$ м;

Размер защищаемой зоны подстанции – 36×60 м²;

Необходимая ширина защищенной зоны на высоте h_x $b_x = 30$ м;

Расчет зон молниезащиты РПП будем вести по эмпирическим формулам.

Упрощенная схема зон молниезащиты приведена на рисунке 2.

Вычисляем высоту по формуле:

$$h_0 = \frac{b_x + 3,75 \cdot h_x}{3}, \text{ м};$$

$$h_0 = \frac{b_x + 3,75 \cdot h_x}{3} = \frac{30 + 3,75 \cdot 8}{3} = 20 \text{ м}.$$

Оптимальная высота молниеотвода определяется как:

$$h = 0,571 \cdot h_0 + \sqrt{0,183 \cdot h_0^2 + 0,0357 \cdot L^2}, \text{ м};$$

$$h = 0,571 \cdot 20 + \sqrt{0,183 \cdot 20^2 + 0,0357 \cdot 30^2} = 21,68 \text{ м}.$$

Принимаем высоту молниеотвода $h = 22$ м.

Радиус зоны защиты на уровне максимальной высоты РПП:

$$r_x = 1,5 \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right), \text{ м};$$

$$r_x = 1,5 \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right) = 1,5 \cdot \left(22 - \frac{8}{0,92} \right) = 19,96 \text{ м}.$$

Радиус зоны защиты на уровне земли:

$$r_0 = 1,5 \cdot h, \text{ м};$$

$$r_0 = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 22 = 33 \text{ м}.$$

Уточним высоту зоны защиты по формуле:

$$h_0 = 0,92 \cdot h, \text{ м};$$

$$h_0 = 0,92 \cdot h = 0,92 \cdot 22 = 20,24 \text{ м}.$$

Минимальная высота зоны защиты находится по формуле:

$$h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot h) \cdot (L - h), \text{ м};$$

$$h_c = 20,24 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot 22) \cdot (40 - 22) = 15,952 \text{ м}.$$

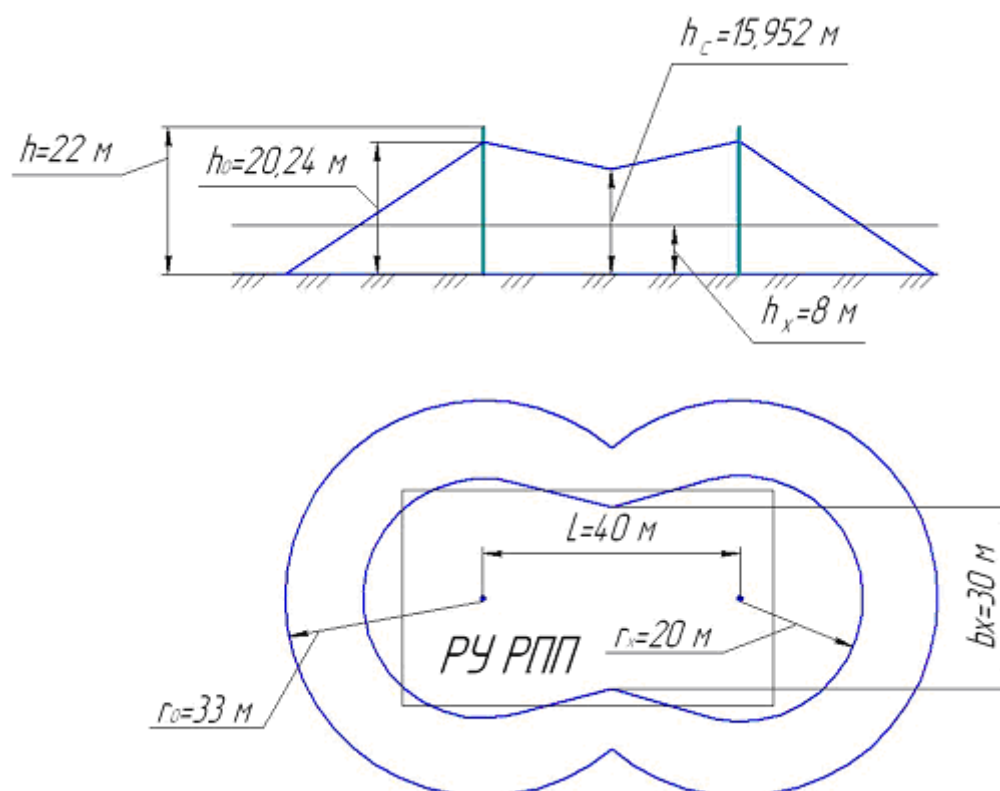


Рисунок 2 - Схема зон молниезащиты

Заземляющее устройство молниезащиты выполняется аналогично заземляющим устройствам электроустановок. Для повышения надежности стержневые молниеотводы соединены стальной полосой 40х4 с наружным контуром заземления. Все соединения сварные.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Расчет затрат на электроснабжение ремонтно-механического цеха

Составляется таблица затрат на покупку необходимого электрооборудования (таблица 9).

Таблица 9 - Смета затрат на покупку электрооборудования.

Наименование	Тип	Единицы измерения	Кол-во	Стоимость	
				За единицу	С учетом кол-ва
1	2	3	4	5	6
Автоматические выключатели	А 3794	шт.	3	21409-50	64228-50
	АЕ 2056	шт.	26	649-00	16874-00
	АЕ 2046	шт.	60	552-62	33157-20
Распределительный шинопровод: секции прямые I=3000мм	ШРА73 У3	шт.	21	140-00	2940-00
			21		2940-00
			27		3780-00
КТП	КТП 10/0,4 2×400	шт.	1	285950	285950
Распределительные пункты	ПР11-7078-31У3	шт.	2	4500-00	9000-00
	ПР11-3053-31У3	шт.	1	4059-00	4059-00
	ПР11-3048-31У3	шт.	1	3553-00	3553-00
Щитки осветительные	ПР8501-1005-1У3	шт.	2	2594-00	5188-00
	ПР8501-1001-1У3	шт.	2	1628-00	3256-00
Светильники	РСП 05	шт.	24	420-85	10100-40
	ЛВО 03	шт.	69	736-25	50801-25
	ЛВО 31	шт.	25	688-75	17218-75
	ЛВП 04	шт.	84	1263-50	106134-00
	ЛПО 01	шт.	4	131-25	525-00
	НБО 07	шт.	4	50-40	201-60
	НСП 05	шт.	6	255-20	1531-20
	НСП 03	шт.	38	79-20	3009-60

Наименование	Тип	Единицы измерения	Кол-во	Стоимость	
				За единицу	С учетом кол-ва
Лампы	ДРЛ 400	шт.	24	298-97	7175-28
	ЛД 20	шт.	8	25-00	200-00
	ЛД 40	шт.	60	30-00	1800-00
	ЛД 65	шт.	196	42-90	8408-40
	ЛД 80	шт.	396	65-40	25898-40
	Г 60	шт.	42	23-70	995-40
	Г 500	шт.	6	50-30	301-80
Компенсирующие устройства	УК-0,38-110Н	шт.	2	46381-00	92762-00
Силовые ящики	БПВ-1У3	шт.	3	1321-00	3963-00
Кабель АВВГ	4x150 мм ²	м	21,34	240-35	5131-47
	4x95 мм ²	м	50,16	180-50	9053-88
	4x70 мм ²	м	25	135-00	3375-00
	4x50 мм ²	м	58,1	98-00	5693-80
	4x25 мм ²	м	15,4	52-00	800-80
	4x16 мм ²	м	48,5	32-00	1552-00
	4x2,5 мм ²	м	53,1	8-50	451-35
Провод ПВЗ	4x2,5 мм ²	м	1504,8	7-35	11060-28
	4x4 мм ²	м	59	11-80	696-20
	4x6 мм ²	м	33,4	18-15	606-21
Всего:					804372,8

Определяются затраты на монтажные работы для автоматического выключателя.

Определяется заработная плата за единицу:

$$ЗП = T_{\text{шт.}} \cdot T_{\text{ст.}}$$

где ЗП - заработная плата, руб.

$T_{\text{ст.}}$ – часовая тарифная ставка электромонтера IV разряда, руб./ч (36,78 руб.)

$T_{\text{шт.}}$ – время, затраченное на монтаж, ч.

$$ЗП = 36,78 \cdot 0,3 = 11,03 \text{ руб.}$$

Затраты на монтаж остального оборудования рассчитывается аналогично и заносится их в (таблица 10).

Таблица 10 - Затраты на монтаж электрооборудования.

Наименование	Тип	Кол-во шт., м.	Кол-во часов	Зарботная плата	
				За единицу	С учетом кол-ва
Автоматические выключатели	А 3794	3	0,3	11-03	33-10
	АЕ 2056	26	0,3		286-78
	АЕ 2046	60	0,3		661-80
Распределительный шинопровод: секции прямые l=3000мм	ШРА73 У3	21	0,25	9-20	193-20
		21	0,25		193-20
		27	0,25		248-40
КТП	КТП 10/0,4 2×400	1	8	294-24	294-24
Распределительные пункты	ПР11-7078-31У3	2	4	147-12	294-24
	ПР11-3053-31У3	1			147-12
	ПР11-3048-31У3	1			147-12
Щитки осветительные	ПР8501-1005-1У3	2	3,5	128-73	257-46
	ПР8501-1001-1У3	2			257-46
Светильники	РСП 05	24	0,5	18-39	441-36
	ЛВО 03	69			1268-91
	ЛВО 31	25			459-75
	ЛВП 04	84			1544-76
	ЛПО 01	4			73-56
	НБО 07	4			73-56
	НСП 05	6			110-34
	НСП 03	38			698-82
Лампы	ДРЛ 400	24	0,2	7-36	176-64
	ЛД 20	8	0,05	1-84	14-72
	ЛД 40	60	0,05	1-84	110-40
	ЛД 65	196	0,05	1-84	360-64
	ЛД 80	396	0,05	1-84	724-64
	Г 60	42	0,15	5-52	231-84
	Г 500	6	0,15	5-52	33-12
	Компенсирющие устройства	УК-0,38-110Н	2	1,5	55-17
Силовые ящики	БПВ-1У3	3	1,2	44-13	132-39
Кабель АВВГ	4x150 мм ²	21,34	0,2	7-36	156-98
	4x95 мм ²	50,16			369-18
	4x70 мм ²	25			184-00
	4x50 мм ²	58,1			427-62
	4x25 мм ²	15,4			113-34
	4x16 мм ²	48,5			356-96
	4x2,5 мм ²	53,1			390-82
Провод ПВ3	4x2,5 мм ²	1504,8	0,15	5-52	8306-50
	4x4 мм ²	59			325-68
	4x6 мм ²	33,4			184-37

Наименование	Тип	Кол-во шт., м.	Кол-во часов	Зарботная плата	
				За единицу	С учетом кол-ва
Всего:					20395-36

Определяются затраты на транспортировку электрооборудования. Они составляют 13,4% от общих затрат и определяются по формуле:

$$Z_{np} = \frac{Z_{общ} \cdot 13,4\%}{100\%},$$

где $Z_{общ}$ - затраты на покупку необходимого оборудования;

$$Z_{np} = \frac{804372,8 \cdot 13,4\%}{100\%} = 107785,9 \text{ руб.}$$

Определяется величина премии, которая будет начисляться за качественное и количественное выполнение работы. Премия начисляется в размере 30% от прямой заработной платы по формуле:

$$Z_{np} = \frac{\sum ЗП \cdot 30\%}{100\%};$$

$$Z_{np} = \frac{20395,36 \cdot 30\%}{100\%} = 6118,6 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на районный коэффициент:

$$Z_{p.k} = \frac{(\sum ЗП + Z_{np}) \cdot 15\%}{100\%};$$

$$Z_{p.k} = \frac{(20395,36 + 6118,6) \cdot 15\%}{100\%} = 3977,1 \text{ руб.}$$

Определяется величина дополнительной заработной платы. Определяется в размере 15,3% к сумме прямой заработной платы, затрат на премию и районный коэффициент по формуле:

$$Z_{дон} = \frac{(\sum ЗП + Z_{np} + Z_{p.k}) \cdot 15\%}{100\%};$$

$$Z_{дон} = \frac{(20395,36 + 6118,6 + 3977,1) \cdot 15\%}{100\%} = 4573,6 \text{ руб.}$$

Определяется величина выслуги лет. Она начисляется в размере 22,1% от прямой заработной платы, затрат на премию и районный коэффициент по формуле:

$$Z_{выс} = \frac{(\sum ЗП + Z_{пр} + Z_{р.к.}) \cdot 22,1\%}{100\%};$$

$$Z_{выс} = \frac{(20395,36 + 6118,6 + 3977,1) \cdot 22,1\%}{100\%} = 6738,5 \text{ руб.}$$

Определяется величина единого социального налога.

$$Z_{есн} = \frac{(\sum ЗП + Z_{пр} + Z_{р.к.} + Z_{выс}) \cdot 26\%}{100\%};$$

$$Z_{есн} = \frac{(20395,36 + 6118,6 + 3977,1 + 6738,5) \cdot 26\%}{100\%} = 9679,7 \text{ руб.}$$

Расчет цеховых расходов. Цеховые расходы определяются в размере 322% от прямой заработной платы по формуле:

$$Z_{ц.р} = \frac{\sum ЗП \cdot 322\%}{100\%};$$

$$Z_{ц.р} = \frac{20395,36 \cdot 322\%}{100\%} = 65673 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводских расходов. Определяется в размере 200% от прямой заработной платы по формуле:

$$Z_{зав} = \frac{\sum ЗП \cdot 200\%}{100\%};$$

$$Z_{зав} = \frac{20395,36 \cdot 200\%}{100\%} = 40790,7 \text{ руб.}$$

Расчет заводской себестоимости. Определяется как сумма затрат на комплектующие и материалы, транспортные расходы, прямую и дополнительную заработную плату, премии, районный коэффициент, выслугу лет, единый социальный налог, цеховые и общезаводские расходы по формуле:

$$C_{зав} = Z_{общ} + \sum Z_{П} + Z_{пр} + Z_{тр} + Z_{р.к} + Z_{дон} + Z_{выс} + Z_{есн} + Z_{ц.р.} + Z_{зав},$$

$$C_{зав} = 804372,8 + 20395,36 + 6118,6 + 107785,9 + 3977,1 + 4573,6 + 6738,5 + 9679,7 + 65673 + 40790,7 = 1070105,3 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на тару и упаковку. Они составляют 2,5% от заводской стоимости по формуле:

$$Z_{тара} = \frac{C_{зав} \cdot 2,5\%}{100\%};$$

$$Z_{тара} = \frac{1070105,3 \cdot 2,5\%}{100\%} = 26752,6 \text{ руб.}$$

Расчет прибыли. Прибыль определяется в размере 10% от заводской себестоимости и транспортных расходов по формуле:

$$П = \frac{(C_{зав} + Z_{тр}) \cdot 10\%}{100\%};$$

$$П = \frac{(1070105,3 + 107785,9) \cdot 10\%}{100\%} = 117789,12 \text{ руб.}$$

Расчет оптовой цены предприятия. Определяется по формуле:

$$Ц_{опт} = C_{зав} + Z_{тара} + П;$$

$$Ц_{опт} = 1070105,3 + 26752,6 + 117789,12 = 1214647 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены определяется по формуле:

$$Ц_{отпуск} = \frac{Ц_{опт} \cdot 118\%}{100\%};$$

$$Ц_{отпуск} = \frac{1214647 \cdot 118\%}{100\%} = 1433283,5 \text{ руб.}$$

Определение налога на добавленную стоимость:

$$НДС = \frac{18\% \cdot Ц_{опт}}{100\%};$$

$$НДС = \frac{18\% \cdot 1214647}{100\%} = 218636,5 \text{ руб.}$$

4. НАЗНАЧЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ АЕ 2056

Выключатели предназначены для применения в электрических цепях переменного тока частоты 50, 60 Гц напряжением до 400 В с рабочими токами от 10 до 125 А для защиты от перегрузок и коротких замыканий, для нечастых (до 3 в час) оперативных включений и отключений линий.

Условное обозначение выключателя АЕ 20 X1 X2 X3 X4 – X5 X6 X7 X8X9:

АЕ20 - обозначение базовой разработки выключателя;

X1 - обозначение величины выключателя по номинальному току (63 А) – 4 (125 А) – 5;

X2 - число полюсов в комбинации с максимальными расцепителями тока:

3 - трехполюсные с расцепителями тока короткого замыкания (электромагнитными);

6 - трехполюсные с расцепителями тока короткого замыкания и расцепителями тока перегрузки (тепловыми);

0 - условное обобщенное обозначение: проставляется, если не требуется конкретное обозначение по виду расцепителей максимального тока;

X3 X4 - М(М1)- модернизированный выключатель;

X5 - наличие вспомогательных контактов:

1 - без вспомогательных контактов;

2 - один замыкающий вспомогательный контакт (1З);

3 - один размыкающий вспомогательный контакт (1Р);

4 - один замыкающий и один размыкающий вспомогательные контакты (1З+1Р);

X6 - наличие независимого расцепителя:

0 - без независимого расцепителя;

2 - с независимым расцепителем;

X7 - наличие регулировки теплового расцепителя и температурной компенсации:

0 - без регулировки и температурной компенсации;

P - с регулировкой и температурной компенсацией;

X8X9 - климатическое исполнение и категория размещения: УЗ или ТЗ.

Габаритные размеры выключателя АЕ 2056 приведены на рисунке 3.

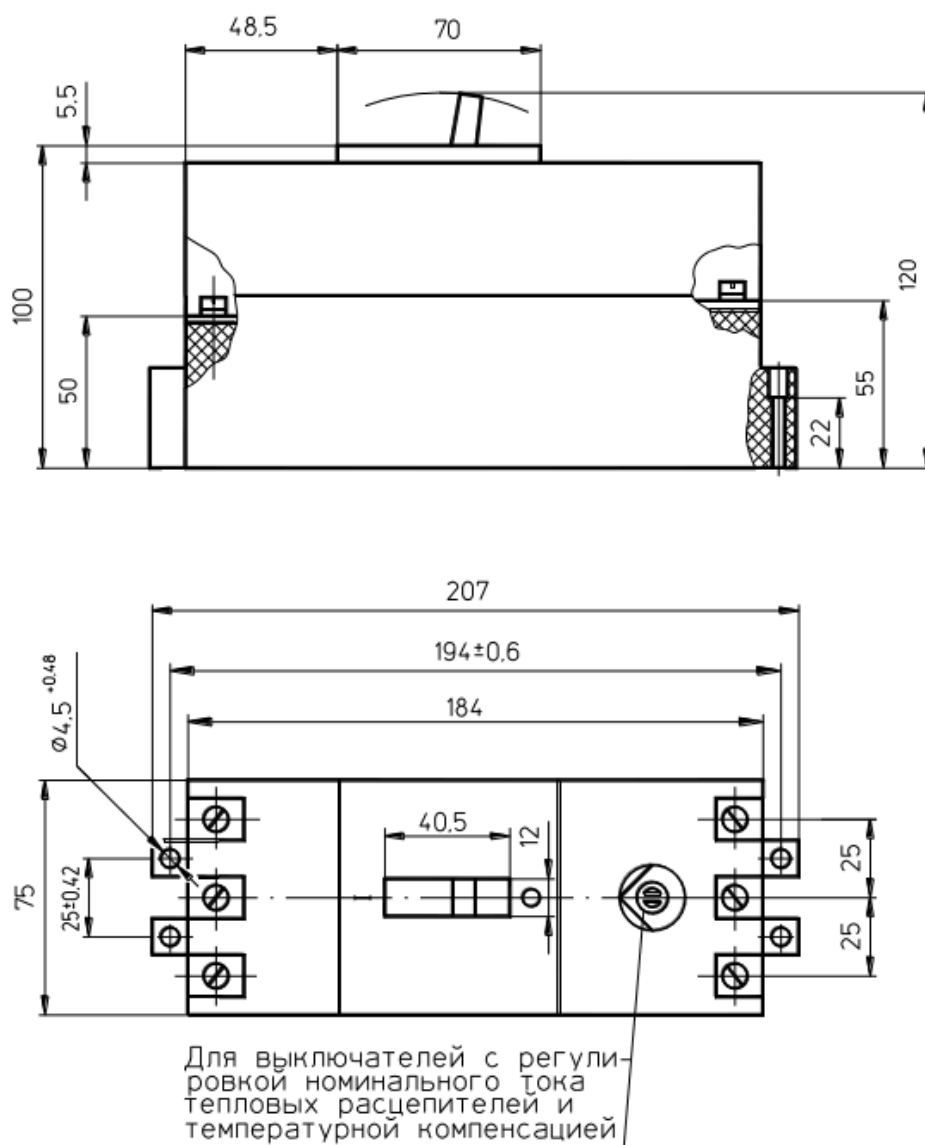


Рисунок 3 - Габаритные размеры выключателя АЕ 2056

Технические данные

Главные цепи:

Номинальное рабочее напряжение (U_e), В: 400.

Минимальное рабочее напряжение, В: 12.

Номинальная частота, Гц: 50; 60.

Номинальные токи выключателей:

АЕ 2040 - 10;12,5;16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63А.

АЕ 2050М - 80; 100А.

АЕ 2050М1 - 125А.

Уставка по току срабатывания I_{In} :

12 I_{In} до 63А включительно

10 I_{In} (80; 100; 125А);

5 I_{In} (63 А для АЕ 2043 и 80; 100; 125А для АЕ 2053М и АЕ 2053М1).

Регулировка номинального тока тепловых расцепителей: от 0,9 I_{In} до 1,15 I_{In} (для выключателей на токи 10...50А); от 0,9 I_{In} до I_{In} (для выключателей на токи 63, 80; 100А).

Регулирование номинального тока тепловых расцепителей выключателей с расцепителями на 63, 80 и 100А выше номинального тока не допускается. Номинальный режим эксплуатации – продолжительный.

Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение (U_{imp}), кВ: 6.

Устройство и работа изделия

Выключатель состоит из следующих основных узлов: оболочки, коммутирующего устройства, расцепителей максимального тока (тепловых на базе термобиметаллических элементов и электромагнитных), механизма управления, дугогасительных камер, зажимов для присоединения внешних проводников главной цепи выключателя и дополнительных сборочных единиц (вспомогательные контакты, независимый расцепитель).

Способ монтажа выключателя – стационарный.

Коммутирующее устройство состоит из подвижных и неподвижных контактов.

Механизм управления – ручной привод независимого действия, обеспечивающий моментное замыкание и размыкание главных контактов. Включение осуществляется путем перевода ручки управления в позицию "I", отключение - путем перевода ручки в позицию "O", В случае автоматического отключения под воздействием тепловых и электромагнитных расцепителей при аварийном режиме или под воздействием независимого расцепителя, ручка

управления переключается в промежуточное положение. Включение выключателя после автоматического отключения осуществляется движением ручки в направлении "О" - для взвода и в направлении "I" - на замыкание контактов. Отключение выключателя расцепителями происходит независимо от того, удерживается ли ручка управления во включенном положении или нет. Примечание: допускаются при оперативном отключении отдельные автоматические срабатывания (срывы зацепления).

Вспомогательные контакты выполнены в виде самостоятельных блоков в изоляционном корпусе. Согласно п. 3.1 ГОСТ Р 50030.5.1 контактные элементы классифицируются по форме: - литера Х – замыкающий, двойного разрыва, - литера Y – размыкающий, двойного разрыва. Вспомогательные контакты встраиваются в выключатель со стороны дна, кинематически связаны с траверсой главных контактов. Замыкающий и размыкающий контакты электрически разъединены, допускают применение в электрических цепях разной полярности.

Независимый расцепитель представляет собой электромагнит с катушкой напряжения. В выключателях с тепловыми и электромагнитными расцепителями независимый расцепитель устанавливают взамен электромагнитного расцепителя в левом полюсе (1-2), а в выключателях только с электромагнитными расцепителями – дополнительным блоком.

Зажимы главных контактов выключателя допускают присоединение медных и алюминиевых проводников.

Установка

Рабочее положение выключателей - установка на вертикальной плоскости символом «I» вверх или с поворотом вправо, или влево на 90°.

Перед установкой выключателя необходимо проверить:

- внешний вид, отсутствие повреждений;
- четкость включения и отключения вручную.

Плоскость, на которой крепится выключатель, должна быть выровнена таким образом, чтобы при затяжке крепящих винтов М4 основание выключателя не подвергалось напряжениям изгиба.

Проводники от источника тока должны подключаться к выключателю со стороны символа «I» (включено).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрены вопросы разработки системы энергоснабжения механического цеха:

- определена требуемая нормами освещенность E , лк, для каждого помещения;
- определяна высота подвеса светильника;
- определен тип и количество светильников;
- определен индекс помещения;
- определены приблизительные значения коэффициента, отражения стен q_c ; потолка q_n ; рабочей поверхности q_p ;
- в зависимости от кривой силы светильника, индекса помещения i_n и коэффициентов отражения стен, потолка и рабочей поверхности определены коэффициент использования; коэффициент запаса, коэффициент минимальной освещённости;
- определен необходимый поток каждого светильника;
- выбрана мощность лампы так, чтобы световой поток был равен расчетному или незначительно отличался от него;
- определен коэффициент использования k_u и $\cos\varphi$ для станков малой мощности;
- определена общая рабочая мощность $\sum P_{ном}$;
- определена сменная активная мощность за наиболее загруженную смену;
- определена суммарная, номинальная, активная мощность электроприемников подключенных к ШС №1;
- определена суммарная сменная активная и реактивная мощность электроприемников, подключенных к ШС №1;
- определен средний коэффициент использования электроприемников, подключенных к ШС №1;

- определяется показатель силовой сборки;
- определено эффективное число электроприемников;
- определен коэффициент максимума;
- определены активная и реактивная максимальная мощность;
- определена полная максимальная мощность;
- определен максимальный ток нагрузки распределительного шинпровода ШС №1.

По результатам расчета электрических нагрузок, а также с учетом надежности питания разработана схема цеха. Выбранное современное электротехническое оборудование для всех ступеней напряжения проверено на воздействие токов короткого замыкания.

Установлена система автоматизированного контроля и учета электроэнергии. Произведены расчеты основных параметров релейной защиты.

Расчет показателей экономической эффективности показывает, что проект является выгодным и окупаемым.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: Учебник. Гриф МО РФ. – Москва: Форум, 2016. – 385 с.
2. Барыбин Ю.Г. / Справочник по проектированию электроснабжения. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
3. Зайцев Н. Л. Экономика промышленного предприятия. Учебник. – Москва: Инфра-М, 2012. – 240 с.
4. Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учебное пособие / Э.А. Киреева. – Москва: КНОРУС, 2011. – 368 с.
5. Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. – Москва: Высшая Школа, 2012. – 510 с.
6. Кудрин Б.И. Электроснабжение: учебник для студентов ВПО. – Москва: Академия, 2013. – 305 с.
7. Минина Г. П., Копытова Ю. В. Справочник по электропотреблению в промышленности. – Москва: Энергия, 1978. – 235 с.
8. Мукосеев Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий. – Москва: Энергия, 2011. – 584 с.
9. Орлова, В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинский и др. Электротехнический справочник: Производство и распределение электрической энергии. – Москва: Энергоатомиздат, 2013. – 223 с.
10. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. - 6-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 2003. – 269 с.
11. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 2015. – 265 с.
12. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.П. Крючков, Б.Н. Неклепаев, В.А. Старшинов и др.; под ред. И.П. Крюčkова и В.А. Старшинова. – 2-е изд. стер. – Москва: Издательский центр «Академия», 2013. – 416 с.

13. Ристхейн Э. М. Электроснабжение промышленных установок. – Москва: Энергоатомиздат, 1991. – 189 с.
14. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – 182 с.
15. Сербиновский Г.В. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Промышленные электрические сети. – Москва: Энергия, 2012. – 576 с.
16. Сибикин Ю. Д., М.Ю. Сибикин, В.А. Яшков «Электроснабжение промышленных предприятий и установок». – Москва: Высшая Школа, 2012. – 240 с.
17. Сивков А.А., Сайгаш А.С., Герасимов Д.Ю. / Основы электроснабжения. – Москва: Юрайт, 2016 – 173 с.
18. Фролов Ю.М. Основы электроснабжения: учеб. пособие для вузов [Гриф УМО] / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2012. – 480 с.
19. Шеховцов В.П. / Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению. – Москва: Форум. 2011. – 137 с.
20. Эрнст А.Д. Расчет токов короткого замыкания в электрических системах: Учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. – 72 с.